

Untersuchungen
an Myxobakterien der Gattung
Myxococcus aus dem Bodensee

von
Auguste Anna Kohlmannsperger
aus
Augsburg

1969 12 302

Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Hygienisch-bakteriologischen Institut
der Universität Erlangen-Nürnberg
Damaliger Direktor: Professor Dr. med. M. Knorr

Untersuchungen an Myxobakterien der Gattung Myxococcus aus dem Bodensee

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg

vorgelegt
von
Auguste Anna Kohlmannsperger
aus
Augsburg

Gedruckt mit der Erlaubnis der Medizinischen
Fakultät der Universität Erlangen - Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. H. Valentin
Referent: Prof. Dr. med. Dr. med. dent. W. Gräf
Korreferent: Prof. Dr. med. M. Knorr

Tag der mündlichen Prüfung: 14. August 1969

Inhaltsübersicht

	Seite
I. Einleitung	1
II. Experimenteller Teil	6
1. Herkunft und Art der untersuchten Myxococcusstämmé	6
2. Die biochemischen Leistungen unserer Stämme	11
3. Untersuchungen zur feineren Differen- zierung der isolierten Myxococcusstämmé	19
4. Ökologische Verteilung der verschiedenen Myxococcusspecies im Bodensee	26
III. Diskussion	29
IV. Zusammenfassung	31
V. Literaturnachweis	

I. Einleitung

Myxobakterien sind auf Grund ihrer morphologischen und physiologischen Besonderheiten außerordentlich interessante Mikroorganismen. Trotzdem sind sie in vieler Hinsicht noch nicht genügend erforscht, insbesondere ihre Ökologie ist in vielen Punkten noch in Dunkel gehüllt. Selbst erfahrenen Mikrobiologen ist oft kaum darüber mehr bekannt als ihr Name, der im übrigen ebenfalls häufig Anlaß zu Fehldeutungen gibt. Es handelt sich bei diesen Keimen nicht um excessive Schleimbildner, wie man aus der Bezeichnung "Myxo" ableiten kann. Vielmehr dürfte man die Benennung darauf zurückführen, daß die fruktifizierenden Arten dieser Bakterien hinsichtlich Pigmentbildung und Kulturmorphologie (Fruchtkörperbildung) eine große Ähnlichkeit mit den schon früher bekannten Myxomyceten (Schleimpilze) besitzen. Die morphologische Ähnlichkeit führte dann in Abwandlung der Bezeichnung "Myxo"-myceten zur Bezeichnung "Myxo" - bakterien (Gräf).

Die Myxobakterien nehmen unter den Bakterien eine Sonderstellung ein, die sich im wesentlichen auf eine Reihe von morphologischen und funktionellen Eigenschaften gründet. Diese sind einmal die kriechend-gleitende Fortbewegung auf festen Unterlagen, die aktive Flexibilität der fadenförmigen Zellen, das Vorhandensein eines besonderen Lebenszyklus - zum Teil verknüpft mit Fruchtkörperbildung - und die leichte Nachweisbarkeit distinkter Zellkernäquivalente.

Zur systematischen Stellung der Myxobakterien ist zu sagen, daß sie in einer eigenen Ordnung der Myxobacterales zusammengefaßt sind, die sich wiederum in 5 Familien unterteilt. Als wesentliches Unterscheidungskriterium dienen hierbei die Form, Abmessungen und Struktur der sogenannten Ruhezellen oder auch der sogenannten Mikrobysten. So steht am Beginn die Familie

der Cytophagaceae, deren Vertreter weder zur Fruchtkörper- noch zur Ruhezellenbildung befähigt sind. Die weiteren Familien, nämlich die Archangiaceae, die Sorangiaceae und die Polyangiaceae unterscheiden sich in der unterschiedlichen Ausgestaltung ihrer Fruchtkörper, zu denen die länglichen Ruhezellen vereinigt sind. Die letzte Familie, die Myxococcaceae, ist dadurch charakterisiert, daß es im Verlauf des Lebenszyklus zur Entwicklung von kugeligen Mikrozysten kommt, die entweder in pilzartigen Fruchtkörpern vereinigt sind, oder auch frei neben den vegetativen Formen bei bestimmten Genera vorliegen.

Besonders bei der Gattung Myxococcus, die Gegenstand unserer Untersuchungen war, muß bemerkt werden, daß die Unterscheidung der verschiedenen Species im wesentlichen nur auf dem unterschiedlichen Pigmentbildungsvermögen bei der Fruchtkörperbildung beruht.

In ökologischer Hinsicht bestehen bei den verschiedenen Myxobakterienarten zum Teil unklare Vorstellungen. Ganz allgemein kann man die Myxobakterien als ubiquitär bezeichnen, da sie zumeist - allerdings mit unterschiedlichen Vertretern - sowohl im Boden als auch im Wasser vorkommen. Auch im Tierreich, d.h. bei Fischen, konnten spezielle Myxobakterien als Krankheitserreger nachgewiesen werden (Ordal und Rucker). Selbst in der menschlichen Mundhöhle lassen sich - allerdings strikt anaerobe Myxobakterienarten - nachweisen, die sicherlich an entzündlichen Prozessen im Bereich des Zahnhalteapparates ursächlich beteiligt sind. (Gräf).

Als wesentliches Biotop der fruktifizierenden Myxobakterienarten wird allgemein der Erdboden angesehen. Vor allem Bodenproben, die mit den Ausscheidungen pflanzenfressender Tiere angereichert sind, scheinen für solche Myxobakterien ein bevorzugter Lebensraum zu sein. Damit erweisen sich diese höher entwickelten Myxobakterienarten als koprophil.

Auch in Oberflächengewässer sind Myxobakterien in Form von spezifischen Wassermyxobakterien anzutreffen. Die Wassermyxobakterienart Sporocytophaga cauliformis, welche sich bei Verwendung spezifischer, nährstoffarmer Kulturmedien leicht anzüchten läßt, kann als regelmäßiger Bestandteil der Bakterienflora aller Oberflächengewässer angesehen werden (Gräf und Stürzenhofecker, Ruschke und Rath, Ruschke).

In letzter Zeit wurde nun aber das Vorkommen auch von fruktifizierenden Myxobakterien, speziell von Myxococcusarten in Oberflächengewässern, von einigen Untersuchern festgestellt. (Brockmann, Gräf, Brauss, Heyne - Katzenberger, Pech und Barth)

Speziell unsere Arbeitsgruppe konnte unter Entwicklung geeigneter Kultivierungsmethoden aus den verschiedensten Regionen des Bodensees Myxococcusarten isolieren. Das relativ gehäufte Vorkommen von Myxococcusarten in den abwasserbelasteten Seeregionen ließ die Vermutung aufkommen, daß diese Anreicherung auf dem Vorhandensein fäkaler Spurenstoffe zurückzuführen sei. Der Gedanke lag nahe, daß durch den quantitativen Nachweis von Myxococcusarten die Möglichkeit einer indirekten mikrobiologischen Fäkalindikation gegeben ist, die der direkten bakteriellen Fäkalindikation mittels E.coli in bestimmten Fällen überlegen ist (Gräf).

Abgesehen von der Möglichkeit, fruktifizierende Myxobakterien der Gattung Myxococcus infolge ihrer ausgeprägten Koprophilie als indirekte Fäkalindikatoren heranzuziehen, schien uns aber auch die Frage interessant, inwieweit diese Keime durch antibiotische und bakteriolytische Einwirkungen einerseits und durch das Abbauvermögen organischen Materials im Oberflächenwasser andererseits Bedeutung bei Stoffumsatz und der Selbstreinigung von Oberflächengewässer besitzen.

Bei einem großen Teil der fruktifizierenden Myxobakterien gibt es keinen Zweifel, daß sie in der Lage sind, eine große Auswahl verschiedenster Bakterien zu lysieren.

Über die bakteriolytische Fähigkeit der Myxobakterien haben zahlreiche Autoren berichtet. Offenbar ist die Lyse intakter Bakterien nur durch direkten Kontakt mit den Myxobakterien möglich. So wurden bakteriolytische Einwirkungen auf grampositive und gramnegative Keime beschrieben. Bender berichtet z.B. über eine spezifische zellwandlytische Aktivität, die besonders stark ausgeprägt ist bei empfindlichen grampositiven Zellen und schwächer bei gramnegativen Keimen, dann allerdings auch erst nach Auflösung der Lipoproteinschicht. Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch Singh an Hand eines Versuches mit 3 Myxobakterienarten: Es wurden sowohl gramnegative wie auch grampositive Keime zur Lyse gebracht.

Norén stellte in seinen Untersuchungsergebnissen fest, daß zwischen dem antibiotischen und bakteriolytischen Reaktionsvermögen kein unmittelbarer Zusammenhang besteht. So zeigte sich z.B. eine Mikroccoccusart völlig immun gegen den von Myxobakterien produzierten antibiotischen Stoff, jedoch gelang eine Lyse durch die Myxobakterien in relativ kurzer Zeit. Andererseits wurde z.B. bei einem Versuch mit Aerobacter aerogenes sowohl eine Antibiose wie auch eine Lyse beobachtet.

Neben der Bakteriolyse sind die Myxobakterien auch zur Antibiose - sowohl gegen grampositive wie auch gegen gramnegative Keime - befähigt, was durch zahlreiche Untersuchungen nachgewiesen wurde (Oxford, Oxford und Singh, Kato). Außerdem besitzen sie antibiotische Wirksamkeit gegenüber Algen, Hefezellen, Phycomyceten und einige Virusarten. Speziell über die antibiotische Fähigkeit der Wassermyxobakterien liegen uns Untersuchungsergebnisse von Gräf und Sukatsch vor, wonach das antibiotische Spektrum von den grampositiven bis zu den gramnegativen Keimen reichte.

Bei der Testung von Wassermixobakterien der Gattung Myxococcus bezüglich ihrer antibiotischen Aktivität gegenüber Bakterien, durchgeführt von Gräf und Merkel, imponierte vor allem die hohe Sensibilität der Corynebakterien, Pasteurella pseudotuberculosis, Mucor mucedo und oidium albicans; Mycobakterien und Actinomyces israeli zeigten sich dagegen völlig resistent. Gegenüber Protozoen ergab sich eine proto-statische Wirkung von 31,6%, protozide Wirkung konnte nicht nachgewiesen werden.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, nunmehr auch die Stoffwechseleigenschaften bzw. die Fähigkeit zum Abbau verschiedenen organischen Materials im Wasser solcher aus dem Bodensee isolierter Myxococcusarten zu ermitteln.

II. Experimenteller Teil

1. Herkunft und Art der untersuchten Myxococcus- stämm

Es standen uns 48 Myxococcusstämm zur Verfügung. Alle Stämm wurden aus Oberflächengewässern gewonnen und zwar an verschiedenen Stellen des Bodensees. Zur Isolierung wurde sowohl die Ködermethode als auch die Membranfiltermethode angewendet.
(Gräf)

Die bei Bodenuntersuchungen übliche Ködertchnik besteht darin, daß sterile Kaninchen- bzw. Mäusekotsäckchen in die Wasseroberfläche gehängt werden. Anschließend bebrütet man diese bei 33° C 8 bis 10 Tage bis zur Fruchtkörperbildung. Durch Überimpfen auf geeignete, misthaltige Agarnährböden erhält man dann Reinkulturen der Myxococcusstämm.

Die Membranfiltertechnik dient zum quantitativen Nachweis von Myxococcusarten im Wasser. Zunächst werden die Wasserproben in abgestuften Mengen durch sterile Membranfilter gesaugt, anschließend teilt man die Filterscheiben in 8 Segmente und bebrütet sie 8 bis 10 Tage lang bei 33°C. Bei Vorhandensein von Myxococcusarten kann man nach dieser Zeit auf den Membranen das Wachstum der typischen Fruchtkörper beobachten.
(Gräf)

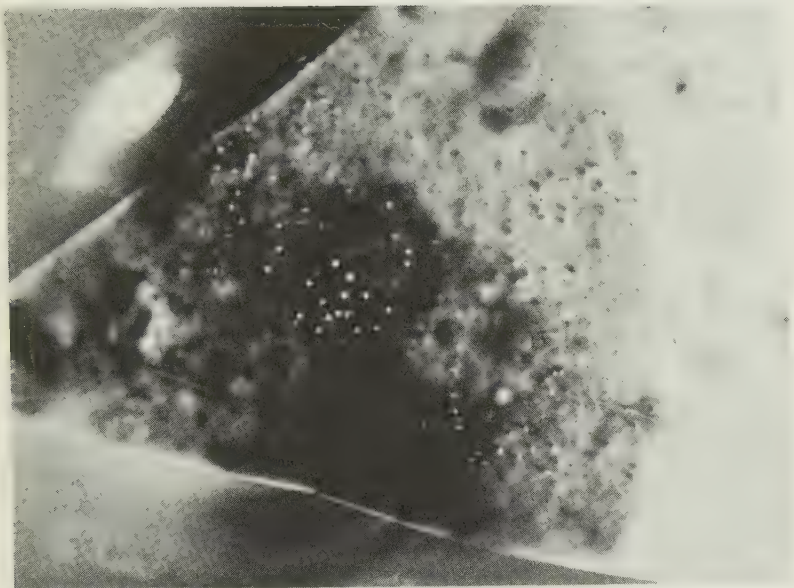


Abb. 1

Die Abbildung zeigt ein Membranfiltersegment nach ca 8 - 10-tägiger Bebrütung auf Kaninchenkotdekot Agar. Man sieht deutlich die massenhaft über das Niveau des Mischbakterienrasens emporragenden Fruchtkörper.

Bei den untersuchten Stämmen handelt es sich ausnahmslos um Myxococcaceae des Genus I: Myxococcus mit Mikrozysten und Fruchtkörperbildung.

Analog zu der üblichen Speciesunterteilung nach dem Fruchtkörperpigment waren unsere Stämme wie folgt identifiziert:

1 Aw 1	= M. xanthus
4 Aw 1	= M. virescens
6 Aw 1	= M. xanthus
7 Aw 1	= M. xanthus
12 Aw 1	= M. cruentus
13 Aw 1	= M. xanthus
14 Aw 1	= M. fulvus
15 Aw 1	= M. xanthus
18 Aw 1	= M. cruentus
19 Aw 1	= M. xanthus
19 Ap 1	= M. virescens
20 Aw 1	= M. cruentus
21 Aw 1	= M. fulvus
22 Aw 1	= M. xanthus
24 Aw 1	= M. cruentus
24 Aw 2	= M. cruentus
27 Aw 1	= M. fulvus
32 Aw 1	= M. virescens
33 Aw 1	= M. cruentus
35 Aw 1	= M. fulvus
41 Aw 1	= M. cruentus
42 Aw 1	= M. virescens
1 Bw 1	= M. xanthus
8 Bp	= M. virescens
10 Bw 1	= M. xanthus
10 Bp	= M. xanthus

16 Bw 1	= M. cruentus
16 Bw 2	= M. xanthus
16 Bp	= M. cruentus
17 Bp	= M. virescens
18 Bp	= M. cruentus
19 Bp	= M. xanthus
21 Bw	= M. fulvus
21 Bp	= M. virescens
23 Bp	= M. xanthus
25 Bw	= M. xanthus
27 Bw	= M. virescens
27 Bp	= M. xanthus
34 Bp	= M. virescens
38 Bw	= M. xanthus
39 Bw	= M. cruentus
39 Bp	= M. xanthus
41 Bp	= M. cruentus
Schussen	= M. cruentus
Leiblach	= M. xanthus
Seefelder A.	= M. xanthus
17 C	= M. fulvus
Niederrhein	= M. cruentus

Die Benennung der Fruchtkörperfarbe erfolgte nach der von Bergey angegebenen Definition der Gattung Myxococcus:

M. <u>fulvus</u> :	Fruchtkörper von rot- bis bräunlich-fleischiger Farbe,
M. <u>cruentus</u> :	Fruchtkörper von blutroter Farbe.
M. <u>virescens</u> :	Fruchtkörper von gelb bis grünlich-gelber Färbung.
M. <u>xanthus</u> :	Fruchtkörper von gelblich-oranger bis oranger Färbung.

Ausgedehnte Untersuchungen der Beziehung zwischen Mikrozysten-durchmesser, Abmessung der vegetativen Myxobakterienzellen und der Pigmentbildung führten trotz der z.T. erheblichen Unterschiede zu keiner Gesetzmäßigkeit; d.h. bei allen uns vorliegenden Spezies waren beachtliche Schwankungen bei Abmessungen der vegetativen Zellen und der Mikrozysten feststellbar.

Bei der Abmessung der Mikrozysten unserer Stämme bezüglich des Durchmessers stießen wir auf folgendes Ergebnis:

M. fulvus:	3 μ - 5 μ
M. cruentus:	2 μ - 4 μ
M. virescens:	3,5 μ - 4,5 μ
M. xanthus:	2 μ - 4 μ

Eine analoge Abmessung der dazugehörenden vegetativen Formen bezüglich der Länge zeigte folgende Werte:

M. fulvus:	5 μ - 12 μ
M. cruentus:	4 μ - 14 μ
M. virescens:	7 μ - 16 μ
M. xanthus:	5 μ - 13 μ

Die nachfolgenden Abbildungen sollen als Beispiel dafür gelten, daß zwischen der Pigmentbildung und der Morphologie bei den Myxococcusarten keine Übereinstimmung besteht; d.h. es können Vertreter der gleichen Spezies, d.h. mit gleicher Pigmentbildung, sowohl bezüglich der vegetativen Zellen als auch der Mikrozysten erhebliche Abweichungen zeigen.

2. Die biochemischen Leistungen unserer Stämme

Gelatineverflüssigung

5% ige Gelatine wurde im Stich beimpft. Die Bebrütung erfolgte bei 22° C. Wachstum konnte nur an der Oberfläche des Nährbodens beobachtet werden, eine Keimentwicklung im Stichkanal erfolgte nicht.

Bereits nach 5 bis 7 Tagen bildete sich in allen beimpften Röhrchen eine Verflüssigungszone, deren Ausdehnung in den nächsten Wochen konstant zunahm. Dabei zeigten sich trichter- und tropfenförmige Veränderungen des Einstichkanals, die nach weiterer Beobachtung sich sackartig nach unten ausdehnten.

Es erwiesen sich somit alle unsere Stämme als Gelatineverflüssiger.

Diese Beobachtung stimmt mit der Tatsache überein, daß auch koagulierte Eiernährmedien, wie sie zur Tbc-Diagnostik Verwendung finden, von unseren Stämmen angedaut wurden (Merkel) Damit erwiesen sich die Myxobakterien der Gattung Myxococcus als ausgesprochen proteolytische Keime.

Verhalten in Lackmusmilch:

Kulturröhrchen mit Lackmusmilch wurden mit den 48 Versuchstämmen beimpft.

In keinem Falle konnte Reduktion des Farbstoffes, Gerinnung oder Peptonisierung beobachtet werden.

Harnstoffspaltung:

Ureasebildung, die sich in einer Ammoniakentwicklung zeigt, wurde in Harnstoffagar mit Phenolrot als Indikator getestet. Es erwiesen sich alle Stämme, selbst nach 4- bis 5-wöchiger Beobachtungszeit, als ureasenegativ.

Bildung von Schwefelwasserstoff:

Die H_2S - Bildung wurde geprüft durch Stichbeimpfung vom Ferrochloridgelatine (Pepton, NaCl, Gelatine und $FeCl_2$). Die Bebrütung erfolgte bei $22^{\circ} C$. Im positiven Falle wird aus den Peptonen H_2S gebildet, wobei das Ferrochlorid in das entsprechende Sulfid übergeführt wird, erkennbar am Farbumschlag.

Alle unsere Stämme waren negativ.

Indolbildung:

Nach Beimpfung unserer 48 Stämme in Hottinger Bouillon als tryptophanhaltiges Substrat und Bebrütung bei $34^{\circ} C$ kam es in keinem Fall zum Abbau von Tryptophan zu Indol.

Hämolyse:

Die Fähigkeit zur Hämolyse prüften wir durch Ausstrich auf Mistagarplatten mit 8%-igem Zusatz von Hammelblut. Der Mistagar wurde mit einem Phosphatpuffer nach Sörensen mit einem dem zugesetzten Blut angepaßten pH von 7,4 hergestellt. Die Bebrütung erfolgte bei $34^{\circ} C$.

Von den überimpften Myxobakterien wiesen bereits in den ersten 3 Tagen 6 Stämme einen deutlichen Hämolysehof auf, 13 weitere Stämme zeigten 1 bis 2 Tage später das gleiche Ergebnis. Die Hämolyseaktivität der restlichen 28 Stämme war nicht exakt zu beurteilen, da sich der Mistblutagar in den darauffolgenden Tagen bräunlich verfärbte und somit mit einer Veränderung in der Zusammensetzung der Nährbodensub-

stanzen zu rechnen war.

Es lag also bei 39,6 % der getesteten Myxobakterien die Fähigkeit zur Hämolyse vor.

Eine weitere Differenzierung dieses Untersuchungsergebnisses hinsichtlich der Beziehung von Fruchtkörperfarbe und Hämolysefähigkeit erbrachte im einzelnen folgende Aufteilung:

<u>M. cruentus:</u>	insgesamt :	14 Stämme
	Hämolyse pos.:	8 Stämme
	Hämolyse neg.:	6 Stämme
<u>M. virescens:</u>	insgesamt :	9 Stämme
	Hämolyse pos.:	2 Stämme
	Hämolyse neg.:	7 Stämme
<u>M. xanthus:</u>	insgesamt :	19 Stämme
	Hämolyse pos.:	7 Stämme
	Hämolyse neg.:	12 Stämme
<u>M. fulvus:</u>	insgesamt :	6 Stämme
	Hämolyse pos.:	3 Stämme
	Hämolyse neg.:	3 Stämme

Voges - Proskauer - Reaktion:

Der Nachweis etwa gebildeten Acetyl-methyl-carbinols gelang bei keinem unserer Stämme.

Nitratreduktion:

Die Nitratreduktion wurde in 1 %-iger Peptonbouillon, der kurz vor der Beimpfung 3 Tropfen einer 10 %-igen KNO_3 -Lösung zugesetzt wurde, geprüft. Als Reagens auf gebildetes Nitrit verwendeten wir Griess I- und Griess II-Lösung.

13 Stämme zeigten starke Reduktion, 4 Stämme reagierten

schwächer und bei den restlichen 31 Stämmen erfolgte überhaupt kein Farbumschlag.

Hinsichtlich der Beziehung von Fruchtkörperfarbe und Fähigkeit zur Nitratreduktion kamen wir zu folgendem Ergebnis:

<u>M. cruentus:</u>	von den insgesamt 14 Stämmen zeigten
	stark positive Reaktion: 4 Stämme
	schwach positive Reaktion: 1 Stamm
	keine Reaktion: 9 Stämme
<u>M. virescens:</u>	von den insgesamt 9 Stämmen zeigten
	stark positive Reaktion: 2 Stämme
	schwach positive Reaktion: kein Stamm
	keine Reaktion: 7 Stämme
<u>M. xanthus:</u>	von den insgesamt 19 Stämmen zeigten
	stark positive Reaktion: 5 Stämme
	schwach positive Reaktion: 2 Stämme
	keine Reaktion: 12 Stämme
<u>M. fulvus:</u>	von den insgesamt 6 Stämmen zeigten
	stark positive Reaktion: 2 Stämme
	schwach positive Reaktion: 1 Stamm
	keine Reaktion: 3 Stämme

Das bedeutet also, daß die Nitratreduktion über alle Species hinweg gleichmäßig verteilt ist.

Bildung von Oxydase:

Oxydase wiesen wir durch die sog. Nadi-Reaktion nach. Dazu wird Nadi-Reagens (2 Teile einer 1%-igen wäßrigen Lösung von Dimethyl-Para-Phenylendiamin-Hydrochlorid, gemischt mit 1 Teil einer 1%-igen alkalischen Lösung von alpha-Naphthol) auf die Bakterienkolonien aufgeträufelt. Im positiven Falle färben sich die Kolonien nach kurzer

Zeit violett bis blauschwarz an.

Es trat bei keinem der Stämme eine positive Reaktion auf.

Katalasebildung:

Zum Nachweis gebildeter Katalase gaben wir zu je 3 ml einer 3%-igen H_2O_2 -Lösung etwas abgeimpftes Material. Bei allen Myxobakterien zeigte sich eine gute Sauerstoffentwicklung, jedoch mit unterschiedlicher Reaktionsgeschwindigkeit, so daß man die Stämme grob in einen katalase-stark-positiven Typ einteilen konnte und in einen solchen mit schwächerer Katalasebildung. Dabei erwiesen sich von insgesamt 48 Stämmen 39,6 % als stark positiv und 60,4 % als schwach positiv.

Diese beiden Typen waren in den nach Fruchtkörperfarbe eingeteilten 4 Gruppen in folgender Aufteilung vertreten:

<u>M. cruentus:</u>	insgesamt:	14 Stämme
	stark positiv:	5 Stämme
	schwach positiv:	9 Stämme

<u>M. virescens:</u>	insgesamt:	9 Stämme
	stark positiv:	3 Stämme
	schwach positiv:	6 Stämme

<u>M. xanthus:</u>	insgesamt:	19 Stämme
	stark positiv:	9 Stämme
	schwach positiv:	10 Stämme

<u>M. fulvus:</u>	insgesamt:	6 Stämme
	stark positiv:	2 Stämme
	schwach positiv:	4 Stämme

Also auch bezüglich der Katalasereaktion keine Speciesunterteilung.

Zitratenausnutzung:

Die 48 Versuchsstämme wurden in Zitratnährlösung bei $34^{\circ}C$ Bebrütungstemperatur auf Wachstum geprüft. Es konnte bei keinem der Testkeime beobachtet werden.

Abbau von Kohlehydraten:

Die Kohlehydratverwertung durch unsere Myxobakterienstämme wurde in 1% igem Peptonwasser mit 1% igem Zusatz des zu untersuchenden Kohlehydrats sowie 0,5% iger Bromthymolblau-lösung als Indikator durchgeführt. pH: 7,4

Verwendet wurde als	<u>Polysaccharid:</u>	Reisstärke
	<u>Disaccharid:</u>	Saccharose, Trehalose
	<u>Monosaccharid:</u>	Glukose, Fruktose, Arabinose, Xylose, Rhamnose

Die zu 5 ml abgefüllten Kulturlösungen wurden mit je 1 ml der Bakterienaufschwemmungen beimpft und bei 34° C bebrütet.

Bereits nach 3 Tagen war ein gutes Wachstum festzustellen, und zwar in Form von mehr oder weniger derben Häutchen auf der Oberfläche des Nährmediums. Darunter entwickelte sich eine intensiv-blaue Verfärbungszone, welche sich nach weiterer Beobachtung nach unten zu ausdehnte.

Diese Reaktion erfolgte bei allen beimpften, Stärke, Di- und Monosaccharide enthaltenden Röhrchen. Somit erwiesen sich unsere Stämme, auf Grund der Bildung alkalischer Stoffwechselprodukte - erkenntlich am blauen Farbumschlag - nicht befähigt zur Kohlehydratspaltung. Dieses Resultat wurde noch erhärtet durch fehlende Gasbildung.

Zelluloseabbau

Wir testeten die Myxobakterienstämme auf sterilisiertem Filterpapier als Zellulosequelle, welches auf Mistagarplatten aufgelegt wurde.

Keiner der Keime war befähigt, die im Filterpapier enthaltene Zellulose abzubauen.

Nachweis des aeroben Wachstums:

Dazu erfolgte eine Stichbeimpfung in zu je 10 ml abgefüllte Mistagarföhrchen in ca 5 cm Tiefe. Nach einer Woche war noch kein Anzeichen einer Keimbesiedlung in der Tiefe des Stichkanals zu sehen. Jedoch kam es auf der Agaroberfläche schon am 2. und 3. Tage zur Koloniebildung.

Damit erwiesen sich die getesteten Keime als obligate Aerobier.

Wachstum auf Phenolrotplatten:

Die 48 Stämme wurden auf Phenolrotagar überimpft und bei 34° C bebrütet.

43 Stämme zeigten ein Wachstum, die restlichen 5 Stämme waren nicht dazu befähigt. Damit betrug die Wachstumshemmung auf Phenolrotplatten 10,4%.

Im positiven Falle war die Schwärmaktivität jedoch, verglichen mit Myxobakterienkolonien auf Mistplatten, erheblich eingeschränkt. Bei 12 Stämmen war am Ende der 1. Woche nach der Beimpfung eine Ausbreitung von ca 2,5 cm bis 3 cm von der Impfstelle aus zu vermerken. Bei weiteren 31 Stämmen konnte dieselbe Wachstumsfläche erst nach 2 bis 3 Wochen beobachtet werden. Auch zeigte die Oberfläche der Kolonien ein verändertes Bild. An Stelle der feinen, schleierartigen Oberfläche und dem zumeist zirkulären Schwärmhof beim Wachstum auf Mistplatten imponierte auf den überimpften Phenolrotplatten eine Keimausbreitung von wesentlich kompakterer, fast farnkrautartiger Struktur.

Wachstum auf Endoplatten:

Als Nährboden wurde Endoagar (Fuchsin, Sulfid, Milchzucker) verwendet. Bei keinem Stamm konnte ein Wachstum beobachtet werden. Die im Endoagar enthaltenen Substanzen bewirkten völlige Wachstumshemmung.

Die biochemischen Leistungen der einzelnen Stämme sind in der nachfolgenden Tabelle 1 übersichtlich zusammengefaßt.

Myxococcus- stamm	Fruchtkörper- farbe	Gelatinever- flüssigung	Verhalten in Lacksmilch	Ureasebildung	H ₂ S-Bildung	Indolbildung	Hämolyse	Voges-Proskauer Reaktion	Nitratreduktion	Oxydasebildung	Katalasebildung	Zitronsaurenutzung	Abbau von Kohle- hydraten (Mono-, Di-, Polysaccharid)	Zelluloseabbau	aerobes Wachstum	Wachstum auf Phenolrotpfatten	Wachstum auf Endoplatten
1 Aw1	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	+	-	-
4 Aw1	M. virescens	+	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	+	-	-
6 Aw1	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-	+	++	-
7 Aw1	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	++	-
12 Aw1	M. cruentus	+	-	-	-	-	-	-	++	-	+	-	-	-	+	+	-
13 Aw1	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	+	++	-
14 Aw1	M. fulvus	+	-	-	-	-	-	-	++	-	++	-	-	-	+	+	-
15 Aw1	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	++	-
18 Aw1	M. cruentus	+	-	-	-	-	-	-	++	-	+	-	-	-	+	++	-
19 Aw1	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	++	-	++	-	-	-	+	++	-
19 Api	M. virescens	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	++	-
20 Aw1	M. cruentus	+	-	-	-	-	+	-	++	-	+	-	-	-	+	+	-
21 Aw1	M. fulvus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
22 Aw1	M. xanthus	+	-	-	-	-	+	-	-	-	++	-	-	-	+	+	-
24 Aw1	M. cruentus	+	-	-	-	-	-	-	+	-	++	-	-	-	+	+	-
24 Aw2	M. cruentus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	+	+	-
27 Aw1	M. fulvus	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+	-
32 Aw1	M. virescens	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	+	+	-
33 Aw1	M. cruentus	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
35 Aw1	M. fulvus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
41 Aw1	M. cruentus	+	-	-	-	-	+	-	++	-	+	-	-	-	+	+	-
42 Aw1	M. virescens	+	-	-	-	-	-	-	++	-	+	-	-	-	+	+	-
1 Bw1	M. xanthus	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	++	-
8 Bp	M. virescens	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-
10 Bw	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	+	++	-
10 Bp	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	++	-
16 Bw1	M. cruentus	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	++	-
16 Bw2	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
16 Bp	M. cruentus	+	-	-	-	-	+	-	-	-	++	-	-	-	+	+	-
17 Bp	M. virescens	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	+	+	-
18 Bp	M. cruentus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
19 Bp	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	++	-	++	-	-	-	+	+	-
21 Bw	M. fulvus	+	-	-	-	-	+	-	++	-	+	-	-	-	+	+	-
21 Bp	M. virescens	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
23 Bp	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	+	+	-
25 Bw	M. xanthus	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
27 Bw	M. virescens	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
27 Bp	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	+	+	-
34 Bp	M. virescens	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	+	+	-
38 Bw	M. xanthus	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
39 Bp	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	+	+	-
39 Bw	M. cruentus	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-
41 Bp	M. cruentus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	+	+	-
Schussen	M. cruentus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	+	+	-
Leiblach	M. xanthus	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	++	-
Seefeldler A.	M. xanthus	+	-	-	-	-	-	-	++	-	++	-	-	-	+	+	-
17 C	M. fulvus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	+	+	-
Niederrhein	M. cruentus	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-

Tabelle 1

3. Untersuchungen zur feineren Differenzierung der isolierten Myxococcusstämme

Wie schon einleitend bemerkt, ist die Speciesdifferenzierung der Myxococcusarten ausgesprochen fragwürdig, im wesentlichen beruht sie nur auf der unterschiedlichen Pigmentbildung der Fruchtkörper. Bei der zunehmenden Bedeutung dieser Mikroorganismen hinsichtlich der Fäkalindikation einerseits und ihrer möglichen Stoffwechselleistungen andererseits hielten wir Versuche zur feineren und exakten Differenzierung für unbedingt notwendig.

Wir haben unter diesen Gesichtspunkten zunächst die uns zur Verfügung stehenden Stämme, abgesehen von ihrem Pigmentbildungsvermögen, auch morphologischen Untersuchungen unterzogen, um festzustellen, ob sich die bisherige Einteilung auf Grund des Pigmentgehaltes auch morphologisch erhärten läßt.

Dieses Vorgehen erschien uns umso mehr angezeigt, als wir gerade bei den Myxobakterien hinsichtlich der Stoffwechselleistung eine ausgesprochene Monotonie innerhalb der einzelnen Genera feststellen können.

Dies führte auch dazu, daß beispielsweise die Gattung der anaeroben Myxobakterien (Sphaerocytophaga) aus der menschlichen Mundhöhle nur eine morphologische Differenzierung in zwei Species (Sphaerocytophaga fusiformis und filiformis) gestattet.

Unsere morphologischen Untersuchungen erstreckten sich sowohl auf die vegetativen Zellformen als auch auf Abmessung und Form der Mikrozysten.



Abb. 2

Das Bild zeigt Mikrozysten und vegetative Formen von Stamm 24 Aw1 = M. cruentus. Kleine Mikrozysten mit einem Durchmesser von 2,5 μ

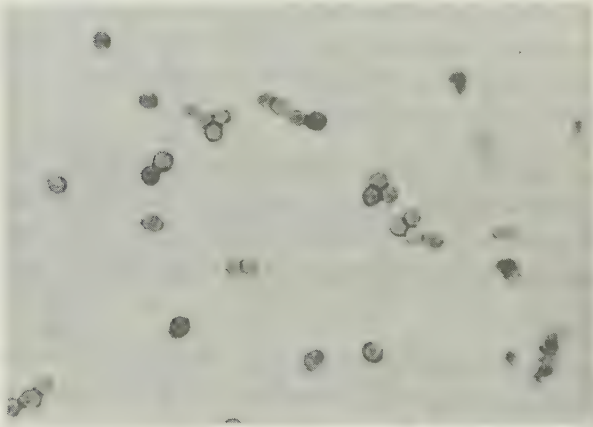


Abb. 3

Im Gegensatz zu Abb. 2 sieht man hier Mikrozysten der Species M. cruentus mit einem größeren Durchmesser von 4 μ

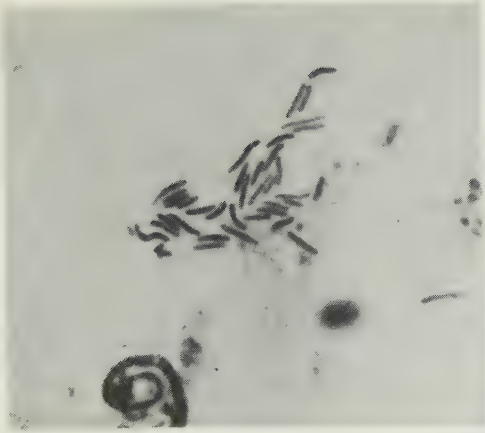


Abb. 4

Das Bild zeigt eine Anhäufung von vegetativen Formen des Stammes 33 Aw1 = M. virescens mit einer Länge von 7 μ bis 9 μ

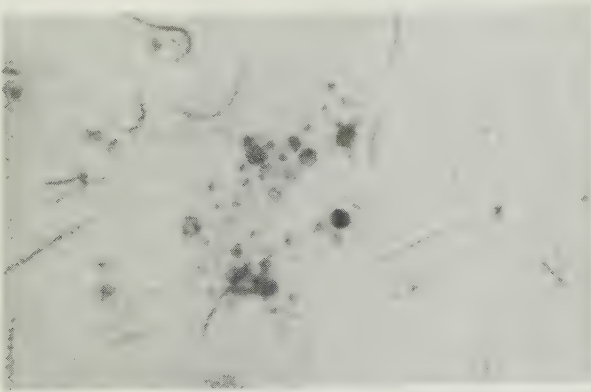


Abb. 5

Im Vergleich zu Abb. 4 sieht man hier vegetative Formen der gleichen Spezies, jedoch mit einer Länge bis zu 16 μ .

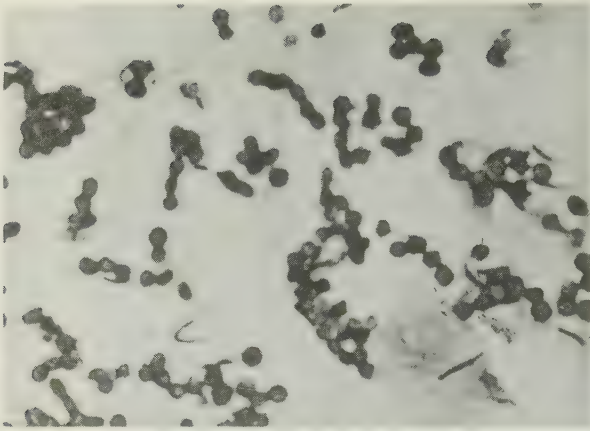


Abb. 6

Das Bild zeigt vorwiegend Mikrozysten der Spezies M. fulvus. Unterschiedliche Mikrozystengrößen von 3,5 μ bis 4 μ

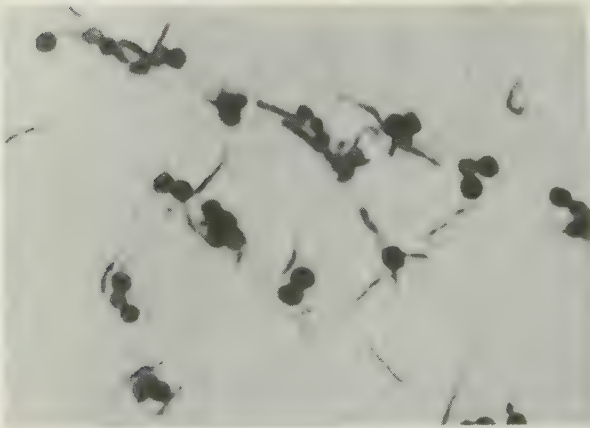


Abb. 7

Mikrozysten und vegetative Formen der Spezies M. fulvus. Der größte Mikrozystendurchmesser beträgt hier 5 μ . Vegetative Formen bis zu 12 μ

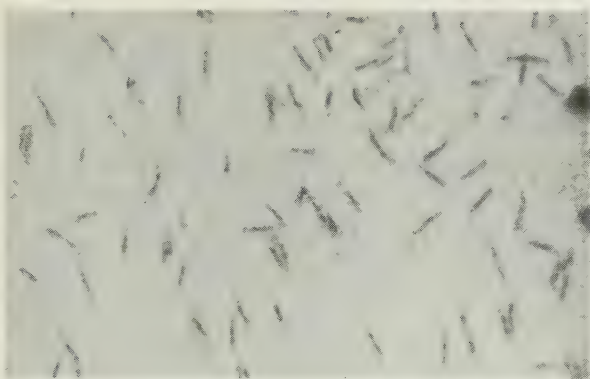


Abb. 8

Im Vergleich zu Abb. 7 erkennt man hier kürzere vegetative Formen der Species M. fulvus: 5u - 7u

Die auf diese Weise nicht mögliche feinere Differenzierung versuchten wir schließlich auf serologischem Wege.

Nachdem es Gräf und Pfeiffer gelungen war, bei Wassermyxobakterien z.T. stammspezifische, zum anderen Teil gruppenspezifische agglutinierende Antikörper zu erzeugen und somit eine serologische Untergliederung zu erzielen, haben wir in Analogie zu diesen Arbeiten dasselbe bei unseren Myxobakterienarten versucht.

Agglutinationsversuch mit Antikörper enthaltendem Kaninchenserum:

Als Antigen diente eine mit physiologischer Kochsalzlösung gewonnene Aufschwemmung von 24 Stunden bebrüteten Myxobakterien.

Stamm 13 Aw 1 erwies sich hierfür als besonders geeignet, da er im Vorversuch keine Agglutination mit 0,9%-iger NaCl-Lösung zeigte.

Je 2 ml der Bakterienaufschwemmung wurden 2 mal im Abstand von 3 Tagen einem Kaninchen injiziert. 5 Tage nach der letzten Injektion entnahmen wir ca 10 ml Blut durch Herzpunktion. Nach dem Zentrifugieren wurde das gewonnene Serum mit 0,9%iger NaCl-Lösung im Verhältnis 1:50 verdünnt. Der Agglutinationsversuch mit den restlichen 47 Stämmen zeigte folgendes Ergebnis:

<u>Stamm</u>	<u>A g g l u t i n a t i o n</u>	
	mit	
	Serum	0,9% NaCl
1 Aw1	+	-
4 Aw1	+	-
6 Aw1	+	-
7 Aw1	+	-
12 Aw1	+	-
13 Aw1	+	-
14 Aw1	+	-
15 Aw1	+	-
18 Aw1	+	-
19 Aw1	+	-
19 Ap1	+	+
20 Aw1	+	-
21 Aw1	+	-
22 Aw1	+	-
24 Aw1	+	-
24 Aw2	+	+
27 Aw1	+	-
32 Aw1	+	-
33 Aw1	+	+
35 Aw1	+	+
41 Aw1	+	-
42 Aw1	+	-
1 Bw1	+	-
8 Bp	+	-
10 Bw	+	-

<u>Stamm</u>	<u>A g g l u t i n a t i o n</u>		
	mit		
	Serum	0,9% NaCl	
10 Bp	+	-	
16 Bw1	+	-	
16 Bw2	+	-	
16 Bp	+	-	
17 Bp	+	-	
18 Bp	+	-	
19 Bp	+	+	
21 Bw	+	-	
21 Bp	+	+	
23 Bp	+	-	
25 Bw	+	-	
27 Bw	+	-	
27 Bp	+	-	
34 Bp	+	-	
38 Bw	+	-	
39 Bp	+	-	
39 Bw	+	-	
41 Bp	+	+	
Schussen	+	-	
Leiblach	+	-	
Seefelder Aach	+	+	
17 C	+	-	
Niederrhein	+	+	

Der Versuch zeigt, daß bei 39 der Myxobakterienstämmen eine Antigengemeinschaft vorliegt. Bei den restlichen 9 Stämmen (Agglutination mit Serum und 0,9% NaCl) ist diese Aussage nicht zuverlässig, da die mit dem Serum erfolgte Agglutination auch auf das Vorhandensein von NaCl zurückzuführen wäre.

Demnach läßt sich auch auf serologischem Wege im Gegensatz zu den Wassermyxobakterien sporocytophaga cauliformis (Gräf und Pfeiffer) keine Unterscheidung der einzelnen Species treffen.

4. Ökologische Verteilung der verschiedenen Myxo-
coccusspecies im Bodensee

Zur Ermittlung eines etwaigen regionalen unterschiedlichen Vorkommens bestimmter Myxococcusarten im Bodensee, was ja besonders unter Berücksichtigung der verschiedenen Zuflüsse denkbar wäre, haben wir vom 28.3. - 4.4.1966 und vom 1.6. - 5.6.1966 jeweils synchron aus sämtlichen Seeregionen (s. Abb.) Wasserproben entnommen und sowohl qualitativ wie auch quantitativ auf das Vorhandensein von Myxococcusarten untersucht. Die dabei ermittelten qualitativen Ergebnisse sind in Tab. 2 niedergelegt.

Daraus folgt, daß in ökologischer Hinsicht eine Schwerpunktbildung verschiedener Species nicht zu erkennen ist; d.h. in den verschiedenen Seeregionen und in den verschiedensten Zuflüssen finden sich immer die Myxococcusarten in etwa gleicher Speciesverteilung.

Insgesamt liegen bezüglich der Häufigkeit des Vorkommens M. xanthus und M. cruentus an der Spitze.

Regionale Verteilung der
verschiedenen *Myxococcus*-
arten im Bodensee.
(s. auch Tab. 2)

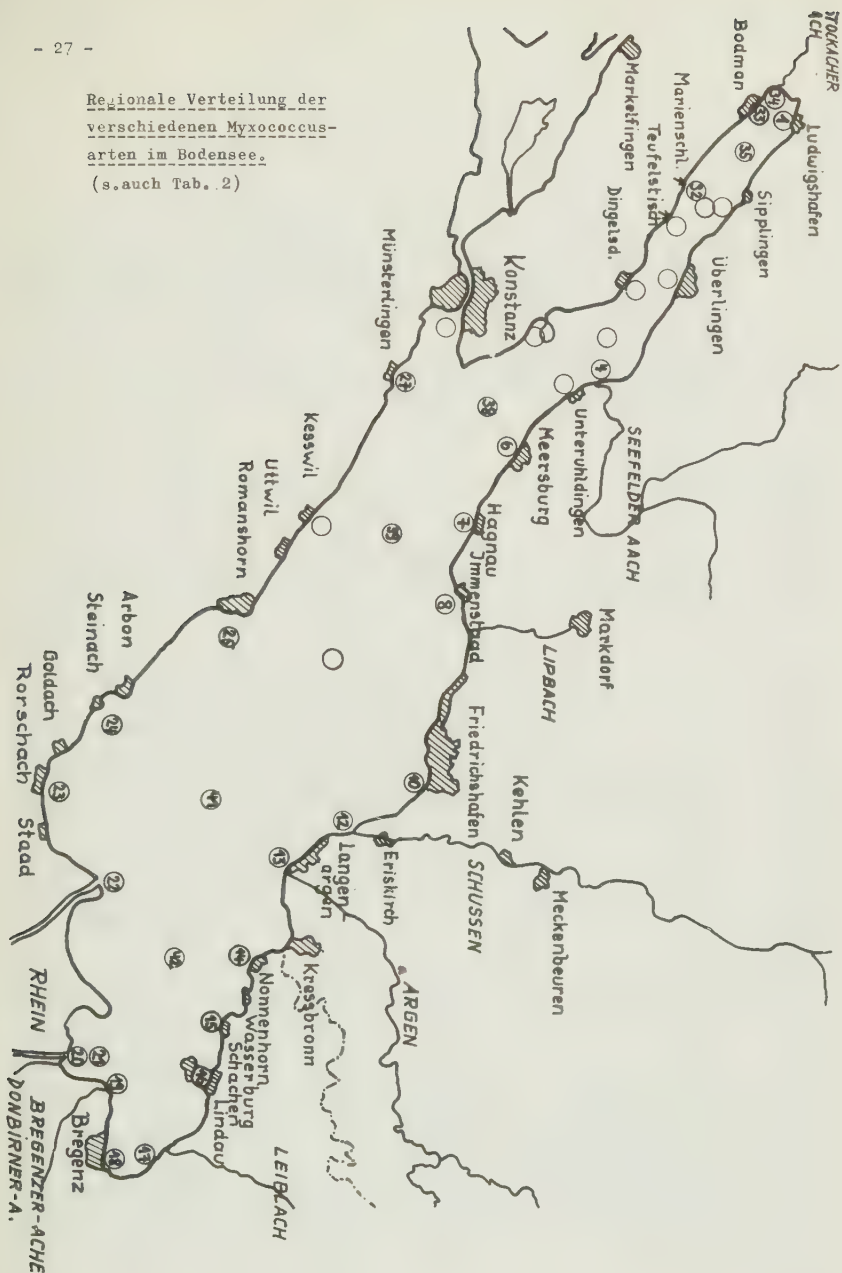


Tabelle 2

Entnahme
stelle *M. fulvus* *M. cruentus* *M. virescens* *M. xanthus*

1				++
4			+	
6				+
7				+
8			+	
10				++
12		+		
13				+
14	+			
15				+
16		++		+
17	+		+	
18		++		
19			+	++
20		+		
21	++		+	
22				+
23				+
24		++		
25				+
27	+		+	+
32			+	
33		+		
34			+	
35	+			
38				+
39		+		+
41		++		
42			+	
Schussen		+		
Leiblach				+
Seefelder A.				+
Niederrhein		+		

III. Diskussion

Die vorliegenden Ergebnisse gestatten den Schluß, daß sowohl morphologisch (Abmessung und Größe der vegetativen Zellen und Mikrozysten), biochemisch (Proteolyse, Ureasebildung, H_2S - Bildung, Indolbildung, Hämolyse, Nitratreduktion, Oxydase- und Katalasebildung, Abbau von KH und Zellulose) als auch serologisch die auf dem verschiedenen Pigmentbildungsvermögen beruhende Einteilung der Myxobakterien nicht er-
härthbar ist. Insbesondere konnte die in Bergey's Manual festgelegte Differenzierung nicht bestätigt werden.

In Tabelle 3 sind die vorliegenden Stoffwechselleistungen unserer Stämme den Angaben von Bergey's Manual gegenübergestellt.

Damit erweisen sich aber die biochemischen Leistungen als nicht ausreichend, um innerhalb der Gattung Myxococcus zu einer sicheren Speciesunterteilung zu kommen.

Auch die bei Wassermyxobakterien mögliche serologische Differenzierung (Gräf und Pfeiffer) erwies sich bei unseren Myxococcusstämmen als nicht möglich, da offenbar ein einheitliches Antigenschema vorliegt. Damit stehen wir aber vor der Tatsache, daß die Speciesunterteilung auf Grund des sehr variablen und mit fließenden Übergängen behafteten Pigmentbildungsvermögens ausgesprochen fragwürdig ist.

Bezüglich der Stoffwechselleistungen unserer Myxococcusarten in den Oberflächengewässern sind sie auf Grund der vorliegenden Ergebnisse unter die proteolytisch aktiven Mikroorganismen einzureihen. Diese Eigenschaft haben sie gemeinsam mit der typischen Wassermyxobakterienspecies Sporocytophaga cauli-formis (Ruschke). Das den genannten Wassermyxobakterien eigene Spaltungsvermögen von Polysacchariden und Zuckern besitzen unsere Myxococcusarten nicht. Inwieweit dieses Stoffwechsel-

Tabelle 3

Vergleich der Stoffwechselleistungen unserer Stämme mit
den in Bergey's Manual angeführten Ergebnissen:

	<u>Stoffwechselleistungen</u> <u>unserer Stämme</u>	<u>Stoffwechselleistungen</u> <u>nach Bergey's Manual</u>
	<u>M. cruentus</u> <u>=====</u>	<u>M. ruber</u> (entspricht <u>M. cruentus</u>)
Gelatineverflüssigung	positiv	negativ
Gerinnung und Peptonisierung v. Milch	negativ	negativ
Saccharoseabbau	negativ	negativ
Zitratenausnutzung	negativ	positiv
Stärkeabbau	negativ	negativ oder schwach positiv
Nitratreduktion	variabel	negativ
	<u>M. virescens</u> <u>=====</u>	<u>M. luteus</u> (entspricht <u>M. virescens</u>)
Gelatineverflüssigung	positiv	variabel
Gerinnung und Peptonisierung v. Milch	negativ	negativ
Saccharoseabbau	negativ	schwach positiv
Zitratenausnutzung	negativ	negativ
Glukosesäuerung	negativ	positiv
Fruktosesäuerung	negativ	positiv
Saccharosesäuerung	negativ	negativ
	<u>M. fulvus</u> <u>=====</u>	<u>M. flavus</u> (entspricht <u>M. fulvus</u>)
Gelatineverflüssigung	positiv	positiv
Gerinnung und Peptonisierung v. Milch	negativ	positiv
Stärkeabbau	negativ	negativ
Zitratenausnutzung	negativ	positiv
Glukosesäuerung	negativ	positiv

verhalten mit der Tatsache in Einklang zu bringen ist, daß es sich bei diesen Keimen um ausgesprochen koprophile Mikroorganismen handelt, läßt sich beim gegenwärtigen Stand unserer Forschungen noch nicht sagen. Fest steht dagegen, daß das Vorkommen dieser Myxococcusarten in Oberflächengewässern in eindeutiger Korrelation zu der Belastung mit fäkalen Abfallstoffen steht, sodaß sie als indirekte Fäkalindikatoren in Oberflächenwasser herangezogen werden können (Gräf).

IV. Zusammenfassung:

Aus den verschiedenen Regionen des Bodensees wurden mittels spezieller Isolierungstechnik 48 Myxobakterienstämme der Gattung Myxococcus in Reinkulturen angezüchtet.

Die mit diesen Stämmen durchgeführten morphologischen, biochemischen und serologischen Untersuchungen zeigten, daß die übliche Speciesunterteilung auf Grund unterschiedlicher Fruchtkörperpigmentierung als fragwürdig zu gelten hat.

Diese koprophilen, bei ihrem Vorhandensein im Wasser Fäkalstoffspuren anzeigenden Myxobakterien besitzen eine starke proteolytische Aktivität, die für den Stoffumsatz in den Gewässern bedeutsam sein dürfte.

1. Bender, H.: Untersuchungen an *Myxococcus xanthus*. Bildungsbedingungen, Isolierung und Eigenschaften eines bakteriolytischen Enzymsystems.
Arch.f.Mikrobiol. 43, (1962), 277
2. Bergey's Manual of determinative bacteriology: Key to the species of genus *Myxococcus*. (1957), 707 - 711
3. Brauss, F. W.
I. Heyne-Katzenberger,
H. Pech und H. Barth: Beiträge zur Mikrobiologie von Binnengewässern.
Arch.Hyg. 150, (1967), 716
4. Brockmann, E. R.: Persönliche Mitteilungen
5. Gräf, W.: Anaerobe Myxobakterien, neue Mikroben in der menschlichen Mundhöhle.
Arch.Hyg. 145, (1961), 405
6. Gräf, W.: Ein mikrobiologischer Nachweis fäkaler Spurenstoffe im Wasser.
Zbl.f.Bakt. Ref. 206, (1967), 499
7. Gräf, W.
Merkel, E.M.: Antibiotische Aktivität von Myxobakterien der Gattung *Myxococcus* aus dem Bodensee. (1968), Inaugural-Dissertation
8. Gräf, W.
Pfeiffer, E.: Serologische Studien an Myxobakterien aus Seen.
Arch.f.Hyg. 150, (1967), 724-736
9. Gräf, W.
Stürzenhofecker, P.: Biologie und Vorkommen von aeroben Wassermyxobakterien. (*Sporocytophaga cauliformis*) im Bodensee.
Arch.f.Hyg. 148, (1964), 79-96
10. Gräf, W.
und D. Sukatsch: Wassermyxobakterien (*Sporocytophaga cauliformis*) und ihr antibiotischer Wirkstoff.
Arch.f.Hyg. 149, (1965), 694

11. Kato, H.: Notes on Myxobacteria.
Ecol. rev. (Japan) 14,
(1955), 25
12. Norén, B.: On the Production of Anti-
biotics by Myxobacteria.
Svensk. Botan. Tidskr. 47,
(1953), 402
13. Norén, B. Antibiotic Activity of Myxo-
und K.B. Raper: bacteria in Relation to their
Bacteriolytic Capacity.
Journ.Bact. 1, (1962), 157
14. Oxford, A.E. Factors contributing to the
und B.N. Singh: Bacteriolytic Effect of Species
of Myxococci upon viable
Eubacteria.
Nature 158, (1946), 745
15. Ordal, E.J. Proc.Soc.Exp.Biol.and Med.
Rucker, R.R.: 56, (1944), 15 - 18
16. Ruschke, R.: Die Bedeutung von Wassermyxobakterien für den Abbau organischen Materials.
Mitt. Internat. Verein.Limnol
14, (1968), 164 - 167
17. Ruschke, R. Sporocytophaga cauliformis
und Rath, M.: Knorr und Gräf, eine Myxobakterienart mit großer Bedeutung für den Abbau organischen Materials.
Arch.Hydrobiol. 28, (1966),
377 - 402
18. Singh, B.N.: Myxobacteria in Soils and
Composts; their Distribution,
Number and Lytic Action on
Bacteria.
J.Gen.Microbiol. 1, (1947), 1

Lebenslauf

Am 23. April 1942 wurde ich, Auguste Anna Kohlmannsperger, als Tochter des Reichsbahnbeamten Josef Kohlmannsperger und seiner Ehefrau Peregrina in Augsburg geboren.

Nach der Volksschule besuchte ich das Realgymnasium der Englischen Fräulein in Augsburg, wo ich am 15. Juli 1961 die Reifeprüfung mit Erfolg ablegte.

Das Studium der Medizin absolvierte ich vom Wintersemester 1961/62 bis zum Wintersemester 1967/68 an der Universität Erlangen-Nürnberg, an welcher ich im März 1963 das Vorphysikum und im November 1964 das Physikum ablegte.

Am 26. März 1968 bestand ich das ärztliche Staatsexamen mit der Gesamtnote "sehr gut".

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen Hauptstr. 109, (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990
